

Инновационные технологии при решении инженерных задач

$$Q = 3600 \cdot b \delta v_k \gamma = 3600 \cdot 0,24 \cdot 0,003 \cdot 12,5 \cdot 0,8 = 26 \text{ т/ч.}$$

Толщина слоя зерна на выходе принята $\delta = 3$ мм. В данном случае мощность будет значительно меньше, чем при переброске зерна.

Триммеры должны применяться в сельском хозяйстве более широко.

УДК 631.316

Многофункциональная машина на базе культиватора УСМК-5,4

А.А. Алабжина, студентка 3 курса инженерного факультета
Научный руководитель: С.В. Стрельцов, доцент

ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»

Основным условием обеспечения эффективности производства растениеводческой продукции является внедрение энергосберегающих технологий. Особенно это актуально для отечественных товаропроизводителей аграрной продукции, в условиях спада их уровня технической оснащённости. В связи с этим техническое перевооружение аграрного производства за счёт внедрения универсальных и многофункциональных машин, позволяющих при их несложной переналадке осуществлять выполнение нескольких технологических операций, является актуальной проблемой. Различные авторы трактуют по-разному, такие понятия, как универсальная, комбинированная, многооперационная и многофункциональная машина. В данном случае наиболее полно отражены конструктивные и технологические особенности современных комбинированных, почвообрабатывающих машин в классификации предложенной [2] и представленной на рисунке 1.

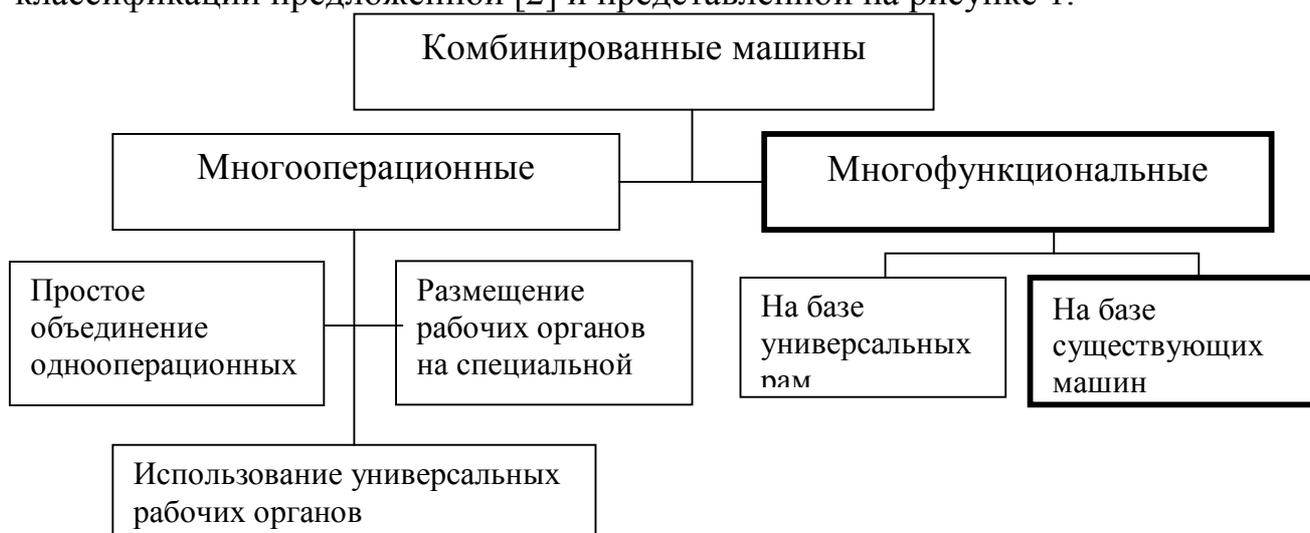


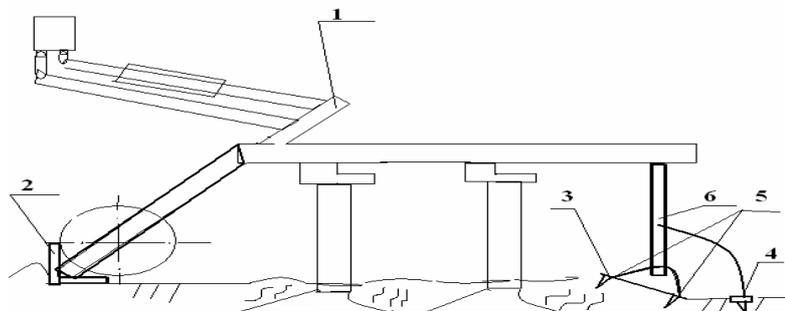
Рисунок 1 – Классификация комбинированных машин и обоснование предлагаемой конструкции

В данной классификации комбинированные машины в зависимости от принципа совмещения операций подразделяются на многооперационные и

многофункциональные. В свою очередь многооперационные машины по конструктивным особенностям подразделяются на комбинированные машины и комплексы из однооперационных машин. Многофункциональные машины по конструктивным особенностям делятся на машины с освобождаемой рамой и на агрегаты, у которых высвобождаемым блоком является энергетическое средство. Многооперационные машины за один проход выполняют не менее двух операций, которые можно совмещать по срокам проведения. С учетом принятой классификации комбинированных машин, выполнено обоснование разрабатываемой конструкции выделенные фрагменты на рисунке 1. В качестве объектов модернизации для создания многофункциональных машин предпочтительно использовать наиболее широко применяемые культиваторы типа УСМК -5,4 или КРН – 5,4. Разрабатываемые к этим машинам модули должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать выполнение операций в соответствии с агротехническими требованиями;
- отвечать условиям ресурсосбережения и экологичности;
- быть простыми в изготовлении и эксплуатации;
- не требовать больших материальных затрат на их изготовление монтаж и демонтаж.

Предлагается разработка приспособлений к машине УСМК -5,4 обеспечивающих не только рыхление, но и выравнивание поверхности поля. Схема предлагаемого многофункционального агрегата представлена на рисунке 2.



1 – секция культиватора; 2 – передняя опора выравнивателя; 3 – зубовой выравниватель волокуша; 4 – зубовая борона; 5 – зубья; 6 – стойка выравнивателя

Рисунок 2 – Схема разрабатываемого комбинированного культиватора

При работе культиватора его передняя вертикальная полка 2 (см. рисунок 2) и ребро разрушают комки почвы на поверхности поля. Нижняя полка выполняет роль опоры и угол её расположения можно менять одновременно с изменением положения колес. Задняя опора 3 представляет собой наклонную пластину с размещением на ней в два ряда зубьев. Зубья третьего ряда расположены на стойке 4, которая в зависимости условий работы может жестко или шарнирно крепится к стойке выравнивателя 6. Данное приспособление должно обеспечивать выравнивание почвы разрушение её комков и уплотнение верхнего слоя. Между следами зубьев первого ряда размещены зубья второго

ряда и соответственно третьего. Данное приспособление возможно изготовить в условиях любого хозяйства и соответственно избежать затрат на приобретение дорогостоящего многофункционального агрегата. Многофункциональность разрабатываемой машины заключается в следующем, её можно применять не только для предпосевной обработки почвы, но и после её переоборудования можно использовать по прямому назначению, то есть проводит междурядную обработку пропашных культур.

Выполнено обоснование основных параметров выравнителя-волокуши предлагаемой машины, которое предназначено для разрушения почвенных комков, выравнивания и уплотнения верхнего слоя почвы. Он располагается за последним рядом рыхлительных лап на каждой секции культиватора. При работе агрегата пластина выравнителя установлена над поверхностью, почвы с определённым углом наклона к горизонту и перемещает перед собой предварительно разрыхленный слой почвы. При этом верхний слой почвы должен находиться возле передней кромки пластины, но не превышать её, чтобы предотвратить пересыпание почвы через выравнитель. В зависимости от условий работы у выравнителя регулируют угол наклона пластины с помощью секторного механизма и расположение выравнителя по высоте за счет перемещения его стойки в вертикальной плоскости по раме секции культиватора. В процессе перемещения пластиной рыхлого слоя почвы происходит крошение комков, выравнивание и уплотнение верхнего слоя. С целью более интенсивного рыхления почвенных комков и получения однородной агрегатной структуры почвы на пластине выравнителя предусматривается размещение зубьев. На процесс работы выравнителя-волокуши большое влияние оказывает угол α наклона пластины к горизонту (рисунок 3).

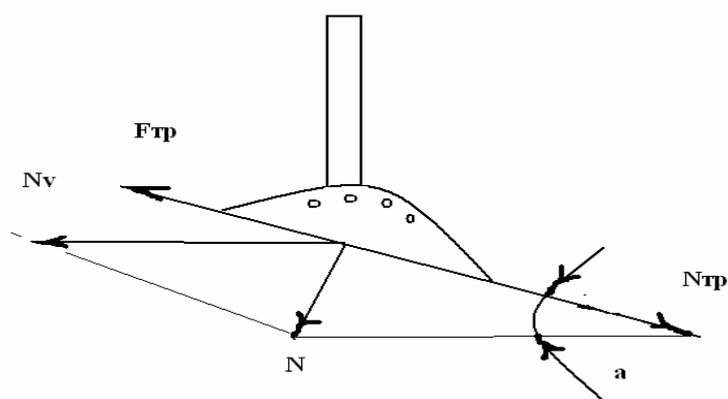


Рисунок 3 – Схема действующих сил при взаимодействии пластины выравнителя с почвенной частицей

Рассмотрим систему сил действующих на почвенную частицу в момент работы выравнителя-волокуши. При взаимодействии частицы с пластиной на нее действует горизонтальная составляющая нормальной реакции пластины N_v , направленная в сторону движения агрегата. Другая составляющая нормальной реакции $N_{тр}$, направлена противоположную сторону вдоль поверхности

пластины. Кроме нормальной реакции при соприкосновении частицы с пластиной возникает сила трения F_{mp} , которая направлена в сторону движения агрегата по поверхности пластины. В зависимости от соотношения силы трения и составляющей нормальной реакции N_{mp} , имеют место следующие условия работы выравнителя.

В случае если

$$N_{mp} > F_{mp} \quad (1)$$

частицы почвы будет скользить по поверхности пластины.

При условии, что

$$N_{mp} < F_{mp} \quad (2)$$

будет происходить сгуживание почвы перед поверхностью пластины. По условиям работы выравнителя-волокуши необходимо обеспечить условие сгуживание почвы со скольжением по поверхности пластины, то есть

$$N_{mp} \geq F_{mp} \quad (3)$$

В общем, виде сила трения определяется по формуле

$$F_{mp} = f \cdot N \quad (4)$$

где f – коэффициент трения.

В свою очередь коэффициент трения определяется углом трения почвы о пластину

$$f = \operatorname{tg} \varphi \quad (5)$$

где φ – угол трения, град.

По условию работы составляющая нормальной реакции N_{mp} , приводящая к скольжению частицы по пластины определяется выражением:

$$N_{mp} = N \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (6)$$

где β – угол между направлением действия нормальной реакцией и плоскостью пластины, град.

Данный угол зависит от угла наклона пластины выравнителя к горизонту

$$\beta = \frac{\pi}{2} - a \quad (7)$$

где a – угол наклона пластины выравнителя, град.

С учетом этого принятое условие работы выравнителя (3), можно записать в следующем виде

$$N \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{2} - a \right) \geq N \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (8)$$

или

$$\frac{\pi}{2} - a \geq \varphi \quad (9)$$

При обосновании угла наклоны пластины выравнителя условие защемления почвы со скольжением примет вид:

$$a \leq \frac{\pi}{2} - \varphi \quad (10)$$

Для песчаных почв и глинистого чернозема рекомендуется принимать

угол трения почвы о металлические поверхности в пределах от 42° до 65° [3].

По данному условию диапазон изменения угла наклона пластины выравнителя составит

$$a \leq 90^{\circ} - (42^{\circ} \dots 65^{\circ}) = 48^{\circ} \dots 25^{\circ}$$

Размеры опорной пластины выравнителя определяются по условию оптимального уплотнения почвы. Установлено, что при уплотнении почвы 80...90% необратимой деформации приходится на глубину получившей название активная зона. Именно на этой глубине происходит равномерное распределение уплотненного слоя почвы. При проектировании уплотняющих устройств, толщину активной зоны определяют по эмпирической зависимости следующего вида [1]

$$h_0 = a \cdot B_{\min} \frac{\omega}{\omega_{opt}} \left(1 - e^{-\beta \frac{\sigma_o}{\sigma_p}}\right) \quad (11)$$

где a, β – безразмерные коэффициенты, определяемые видом уплотнения и типом почв;

B_{\min} – минимальный поперечный размер уплотняющей поверхности рабочего органа, м;

ω, ω_{opt} – влажность почвы фактическая и оптимальная для уплотнения, %;

σ_o – контактное давление на почву рабочего органа, МПа;

σ_p – предел прочности грунта, МПа.

Для заданной глубины уплотнения почвы из выражения (11) можно выразить зависимость для определения минимального поперечного размера контакта рабочего органа:

$$B_{\min} = \frac{h_0}{a \frac{\omega}{\omega_{opt}} \left(1 - e^{-\beta \frac{\sigma_o}{\sigma_p}}\right)} \quad (12)$$

При уплотнении почвы должно выполняться условие:

$$\sigma_o = (0,9 \dots 1) \sigma_p \quad (13)$$

Принимаем соотношение

$$\frac{\sigma_o}{\sigma_p} = 1 \quad (14)$$

Глубину зоны уплотнения почвы принимаем равной максимальной глубине заделки семян пропашных культур. При подготовке почвы под посев должно выполняться соотношение [1]:

$$\frac{\omega}{\omega_{opt}} = 0,8 \quad (15)$$

По рекомендации [1], принимаем значение безразмерных коэффициентов как для катков $a=0,13$ и как для малосвязанных почв $\beta=0,15$. Подставив принятые значения, получим следующее значение минимальной площади контакта рабочего органа с почвой

$$B_{\min} = \frac{0,04}{0,13 \cdot 0,8 (1 - e^{-0,15 \cdot 1})} = 2,66 \text{ м}$$

Принимаем на один агрегат два выравнивателя-волокуши, то есть ширина захвата одного составит 2,7 м.

Выводы

Разработанные приспособления к культиватору УСМК – 5,4 позволяют получить на его базе многофункциональную машину, обеспечивающую совмещение основных операций предпосевной обработки почвы. Его внедрение позволит сократить эксплуатационные затраты, за счет уменьшения количества операций обеспечивающих подготовку почвы под посев.

Литература:

1. Василенко П.М., Бабий П.Т. Культиваторы (конструкция, теория и расчет). – Киев: УАСХН, 1961. – 202 с.
2. Вишняков А.А. Универсальные почвообрабатывающие машины. – Красноярск: Красноярский ГАУ, 2004. – 304 с.
3. Клёнин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: Колос, 1980. – 671с.

УДК 631.3

Смеситель удобрений

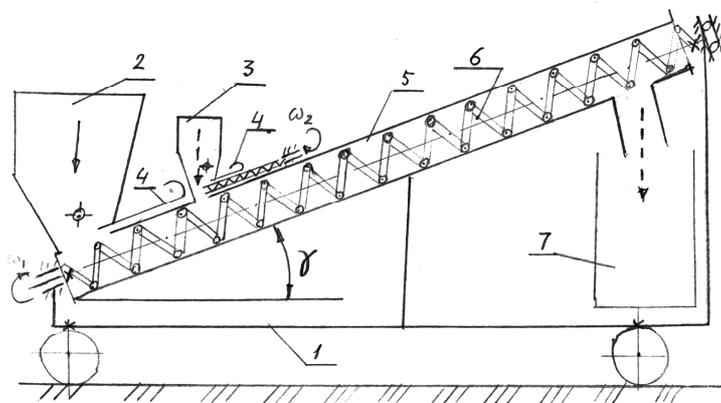
А.И. Алиев, Д.Г. Миначева, студенты 4 курса инженерного факультета

Научные руководители: В.Г. Артемьев, д.т.н., профессор,

М.В. Воронина, ст. научный сотрудник

ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»

Предназначен для смешивания минеральных удобрений (типа суперфосфата) с диатомитовым порошком. Общая схема смесителя приведена на рисунке 1.



1 – рама; 2 – бункер удобрений с ворошилкой; 3 – бункер порошка с ворошилкой; 4 – заслонки; 5 – кожух; 6 – пружина; 7 – перемешанное удобрение; ω_1 – привод транспортера удобрения; ω_2 – привод дозатора порошка; γ - угол наклона смесителя